La filosofía de la ciencia y su importancia para la enseñanza de las ciencias.

Luis Miguel Ángel Cano Padilla

Presentado en Conferencia Magistral durante el 7º Congreso de enseñanza de las Ciencias Experimentales del CCH el 28 de mayo de 2014 en el plantel Vallejo.

Coordinación de Actualización Docente
Universidad Nacional Autónoma de México
Facultad de Química
Secretaría de Extensión Académica
(0155)56233071
canolma@gmail.com

Esta obra está bajo una Licencia Creative Commons Atribución-NoComercial-SinDerivar 4.0 Internacional.

Uno de los mayores retos de todo docente en el campo de las ciencias debería ser el comenzar por analizar el concepto mismo de ciencia, sin embargo esto con frecuencia no sucede así y en su lugar se suele soslayar este análisis y proceder directamente al abordaje de los contenidos disciplinarios señalados por el programa. Adoptar esta postura implica dejar al estudiante con una laguna conceptual importante que puede tener implicaciones igualmente importantes entre las cuales podemos destacar, en primer lugar, el hecho de presuponer que el concepto de ***ciencia*** no necesita clarificación de ninguna especie. En segundo lugar, con esta actitud, inducimos a que el alumno considere que la ciencia y/o lo científico se reduce a lo que hacemos en clase de ciencias y a que por analogía extienda su noción propia de ciencia sin reflexionar críticamente sobre ella. Finalmente dejamos del lado el reconocimiento y análisis de las ideas previas de nuestros alumnos sobre la ciencia con la consecuente imposibilidad de enriquecer los contenidos propiamente disciplinarios enmarcándolos dentro de un desarrollo social y humano.

Lo anterior parte de otro **presupuesto** muy importante a saber; que se puede hacer ciencia sin saber, ni preguntarse, ni reflexionar que es eso. En el mejor o tal vez peor de los casos se asume una posición completamente empírica acerca del tema; hacer ciencia es hacer experimentos, graficar y calcular. Pero esta postura tampoco nos viene de la nada, se enmarca justo dentro de una visión o concepción de la ciencia que realmente no se estudia, pero que ha permeado en los medios de comunicación, en los libros de texto, en los profesores y en otras fuentes de información desde ya hace un buen rato. En el

ámbito académico se denomina "*concepción heredada*" a la visión de ciencia que hemos descrito anteriormente (experimentar, graficar y calcular). Según esta postura, ampliamente adoptada pero generalmente desconocida, se considera que

1) La ciencia se reduce a aquello que puede verificarse por medio de la experiencia o de la lógica matemática.

2) Los resultados científicos pueden ser separados completamente de los individuos, sociedades y condiciones históricas en los cuales se desarrollan.

3) la ciencia "descubre" las leyes de la "realidad".

4) Solamente hay un único método por el cual se pueden obtener las verdades que descubre la ciencia. (Argos, S/f)

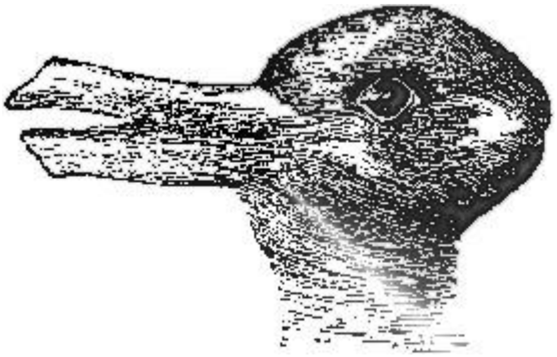
Desde finales del siglo XIX y durante todo el siglo XX la concepción heredada moldeo poco a poco la imagen popular de lo que es la ciencia y el científico. Esta es la imagen que presuponemos cuando iniciamos nuestras clases sin preguntarnos ¿Qué es la ciencia? Pero lo más importante es que se trata también de la imagen que les heredamos a nuestros alumnos al trasmitirles los contenidos de la disciplina sin reflexión alguna sobre el contexto de su desarrollo. ¿Pero acaso tiene esto algo de malo? ¿Qué no es así como trabaja y se enseña la ciencia?

Poco a poco nos hemos ido percatando de que la visión aproblemática de la ciencia presentada por los partidarios de la visión heredada ha resultado ser extremadamente problemática. En primer lugar ciertamente se puede hacer "ciencia" sin preguntarse lo que esta sea. Esto es así porque la pregunta ¿qué es ciencia?, no es una pregunta que competa a la ciencia misma, sino una pregunta meta-científica, es decir una pregunta que no se agota solamente en el ámbito científico propio de cada disciplina. Para entender esto hagamos la analogía con un neurólogo. Un neurólogo puede conocer perfectamente la anatomía y la fisiología del cerebro, distinguir perfectamente las partes de las neuronas y su función, incluso saber que consecuencias puede provocar una lesión en alguna parte especifica del cerebro. Sin embargo y aún con todo este increíble conocimiento es probable que no pueda decir que es la "mente" o cómo funciona la conciencia, por qué unas personas tienen mejores ideas que otras o, por qué sentimos amor, odio, remordimientos o simplemente de donde surge la creatividad.

Es, al intentar responder estas últimas preguntas, que nos damos cuenta de que la anatomía y la fisiología del cerebro juegan un papel importantísimo en todo esto pero que no son suficientes por si mismos para ofrecer las respuestas requeridas. Es ahí en donde deben entrar otras disciplinas como la psiquiatría, la psicología, la filosofía, etc. Del mismo

modo para entender que es ciencia, no basta con saber física, química, biología o matemáticas, aunque todas estas disciplinas compartan elementos que las agrupan dentro de dicha categoría. Debemos comenzar entonces por comprender que la ciencia es un tipo peculiar de conocimiento que nos permite explicar y lidiar con las situaciones de nuestro entorno. La pregunta podría ser re-direccionada entonces hacia esta otra ¿Qué distingue a este tipo de conocimiento? Esta pregunta se ha vuelto un verdadero dolor de cabeza y ciertamente, aunque lo parezca no es nueva. Desde hace más de dos milenios se ha intentado definir sin poder lograrlo. Hoy en día, sin embargo se ha hecho más apremiante reflexionar sobre que es la ciencia y el conocimiento científico, a lo que también se ha añadido la pregunta respectiva sobre la tecnología. Vivimos en una era en la que nadie escapa a los desarrollos y a las consecuencias, a veces funestas otras maravillosas, de los avances de ambas. Pero también vivimos en una época en la que muchos pensadores de diversas áreas del conocimiento como la historia, la filosofía y la sociología así como de las ciencias mismas, han cuestionado seriamente la visión de ciencia que nos ha legado la dichosa concepción heredada. (Olivé, 2000)

En particular el enfoque denominado CTS (Ciencia, Tecnología y Sociedad) desarrollado mayormente durante la década de los años 60's del siglo pasado, enfatizó la importancia que tiene la interacción entre ciencia y sociedad no como dos entes aislados ni yuxtapuestos, sino como una unidad complementaria. Desde el punto de vista del análisis teórico se mostro que la ciencia no se puede reducir a aquello que se verifica por medio de la experiencia o de la lógica matemática ya que a) La experiencia, específicamente la observación de los fenómenos naturales conlleva una carga teórica de la que el observador a veces no es consciente pero que permea todas y cada una de sus observaciones, (Hanson, 1958) b) Las observaciones mismas están sujetas a interpretación sin que haya un método único para decidir cual es la mejor interpretación c) A lo largo del siglo XX se desarrollaron lógicas y matemáticas divergentes a las conocidas hasta entonces, algunas de ellas originadas por el descubrimiento de las geometrías no euclidianas y el desarrollo de la física de partículas.



¿Qué ves aquí?.. fíjate bien…

Por otro lado se derrumbo la idea de que Los resultados científicos pueden ser separados completamente de los individuos, sociedades y condiciones históricas en los cuales se desarrollan. Los trabajos de Thomas Kuhn (Kuhn, 1962) mostraron cómo los aspectos socio-políticos influyen en la elección de las teorías que posteriormente se vuelven paradigmas y de cómo los valores de los individuos y la sociedad también permean en el desarrollo de la ciencia y la tecnología. Se dejo de hablar entonces de la neutralidad de la ciencia, la cual se había mantenido ilusoriamente durante mucho tiempo como pilar de la llamada “objetividad” científica. Las dos situaciones anteriores también mostraron que ya no se podía afirmar que la ciencia solo se encargaba de “descubrir” las leyes de la “realidad” ya que la situación resulto ser más complicada, en primer lugar dado que los valores, intereses y creencias contribuyen a la interpretación de lo que se observa. En segundo lugar se suma a esto el hecho de que no se puede asegurar que exista un método seguro y único para “descubrir” dichas leyes (o verdades científicas) debido al desarrollo de instrumentos divergentes a los usados en el denominado “método científico”. (Olivé, 2000)

Pero junto con el análisis teórico camino a la par la crítica social hacia los desarrollos de la ciencia, la tecnología y sus consecuencias. Al final de la segunda guerra mundial todavía se creía que estos desarrollos serían la panacea de la humanidad y que todo sería progreso y bienestar. Pero para la década de los 60´s comenzaron las observaciones en torno a la evidente contaminación del medio ambiente, el poder devastador de las nuevas armas y los peligros del desarrollo de nuevas tecnologías, como la biotecnología y el desarrollo de organismos modificados mediante la ingeniería genética, por ejemplo. Se hizo conciencia acerca de la transición de una sociedad industrial (dedicada a la manufactura) hacia una sociedad de la información y del conocimiento, en donde lo que se vende ya no son artículos físicos, sino información, técnicas, patentes, ideas. Se comenzó a analizar a la desigualdad social desde el punto de vista de su desarrollo científico y tecnológico (economías del conocimiento) y se dejo de apostar, al menos en las naciones desarrolladas, a la dependencia de sus economías sobre la efímera base de la explotación de los recursos naturales.

Todos estos cambios generaron una nueva visión de ciencia interdisciplinaria y transdisciplinaria, lo que hizo que ya no fuese tan sencillo definir a la ciencia en términos absolutos y universales, ya que ante todo, la ciencia es considerada como una actividad o práctica social en constante movimiento y con repercusiones en y desde la sociedad en la que dicha práctica se lleva a cabo. La enseñanza de la ciencia ha adquirido nuevas dimensiones a partir de todo esto ya que, como se puede apreciar, no basta con desarrollar los contenidos propios de cada disciplina (física, química, biología), sino integrarlos en un contexto social y aún cultural que sirva como plataforma para generar reflexiones, investigaciones e incluso acciones a nivel local.

Parte de la educación científica consiste precisamente en analizar de manera crítica el desarrollo histórico y social de la ciencia así como la flexibilidad de sus métodos. La idea de que aplicando el llamado método científico como “receta de cocina” nos conducirá hacia la “verdad” resulta, a la luz de lo que hemos visto sumamente ingenua dado que en la construcción del conocimiento científico influye una variedad de factores que nunca pueden ser completamente integrados en ninguna metodología. Pero esto tampoco significa que nos hayan dejado de ser útiles cosas tan importantes como la observación, la experimentación o la elaboración de hipótesis. Simplemente significa que debemos revalorar el peso de todos los factores contextuales que se encuentran involucrados en la práctica humana llamada “ciencia”.

Adenda / update

Una idea errónea acerca de la ciencia nos ha conducido a formarnos la creencia de que ésta solamente trabaja con leyes universales y que tiene las respuestas para todo tipo de preguntas (o las tendrá). Sin embargo lo que caracteriza a la ciencia es más bien el hecho de que continúe la investigación de la naturaleza porque precisamente no ha encontrado las leyes de todo ni tiene las respuestas para todo. La falta de certeza científica es un hecho en la mayoría de los campos de conocimiento y esto trae consigo ciertas consecuencias que no resultan obvias a primera vista. Una de estas consecuencias relativas a la falta de certeza científica está directamente relacionada con el ámbito del análisis y la gestión de riesgos, en donde los distintos grados de ausencia de conocimiento se dividen en riesgo, incertidumbre e ignorancia, dependiendo de en qué medida las variables que integran los escenarios de situaciones potencialmente dañinas nos son conocidas.

Para aclarar esto definamos los términos. En una situación de certeza, la probabilidad de que ocurra un hecho es del ciento por ciento, no cabe duda de ninguna especie. En una situación de riesgo sabemos que un hecho tiene cierta probabilidad de ocurrir pero ya no tenemos la certeza de que ocurra, el ejemplo más claro de esto es lanzar una moneda, obviamente hay 50% de probabilidad de que caiga cara y 50% de probabilidad de que caiga cruz, pero es lo más que podemos anticipar (si no hemos hecho trampa). Esto significa que sabemos que el hecho puede ocurrir y tenemos un rango de probabilidad, pero no la certeza de que ocurra. Finalmente en un

estado de ignorancia no sabemos qué hechos pueden ocurrir ni el grado de probabilidad de que ocurran, es decir, estamos completamente ciegos ante el mundo. El estado de ignorancia es entonces lo más alejado de la certeza que hay. A pesar de que es clara la distinción entre riesgo e incertidumbre no todo el mundo está completamente de acuerdo con dicha distinción ya que como lo afirma el artículo sobre el riesgo de la Stanford Enciclopedia of Philosophy, en la realidad no son comunes los casos en los que se sepa con claridad el grado de probabilidad de que un evento ocurra:

Although this distinction between risk and uncertainty is decision-theoretically useful, from an epistemological point of view it is in need of clarification. Only very rarely are probabilities known with certainty. Strictly speaking, the only clear-cut cases of "risk" (known probabilities) seem to be idealized textbook cases that refer to devices such as dice or coins that are supposed to be known with certainty to be fair. In real-life situations, even if we act upon a determinate probability estimate, we are not fully certain that this estimate is exactly correct, hence there is uncertainty. It follows that almost all decisions are made "under uncertainty".[i]

La ciencia trabaja con riesgos e incertidumbres, no con certezas. Esto ha quedado claro desde los orígenes de la sociedad industrial pero hasta los años 60's este hecho comenzó a tener consecuencias debido a los efectos negativos que trajeron consigo un sinnúmero de desarrollos tecnológicos aplicados a la industria, por ejemplo el DDT o los agroquímicos, entre los que se incluían deterioros al medio ambiente y daños a la salud del consumidor. Esto desemboco en diversos movimientos a favor del medio ambiente y en la creación de agencias gubernamentales dedicadas a monitorear cosas como la calidad del aire, del agua, del suelo, etc., sin embargo todo esto más bien fueron reacciones ante eventos que ya habían tomado lugar. No fue sino hasta 1992 en la declaración de Rio (principio 15), en la que se dejó establecido el denominado "principio precautorio" como una forma de reconocimiento del hecho de que en el pasado, muchas de las consecuencias de los desarrollos tecnocientíficos que nos resultaban completamente imprevisibles ahora las estamos padeciendo y no sabemos cómo resolverlas por lo que en el futuro es mejor actuar con cautela.

PRINCIPIO 15 Con el fin de proteger el medio ambiente, los Estados deberán aplicar ampliamente el criterio de precaución conforme a sus capacidades. Cuando haya peligro de daño grave o irreversible, la falta de certeza científica absoluta no deberá utilizarse como razón para postergar la adopción de medidas eficaces en función de los costos para impedir la degradación del medio ambiente.

Lo que se halla entonces detrás del establecimiento del principio precautorio es la necesidad de actuar contra la incertidumbre cuando al menos existe la posibilidad de que el daño que resulte de la producción de un objeto u evento pueda ser grave o irreversible, lo cual, sin embargo es un poco ambiguo ya que tales términos pueden estar sujetos a una variedad grande de interpretaciones.

El ciclo del efecto PCH

Uno de los problemas más comunes en el desarrollo de las actividades tecnocientíficas son los efectos imprevistos que resultan de dichos desarrollos. Estos efectos han demostrado no ser nada despreciables ya que precisamente muchas veces han resultado ser de mayores consecuencias

que el problema que originalmente logró resolver el desarrollo tecnocientífico vinculado a ellas. Para entender esto con más claridad describimos a continuación un ciclo que trata de describir analógicamente como se desarrolla una actividad tecnológica y como muchas veces aparecen eventos colaterales relacionados con ella de un carácter completamente imprevisto y dañino para el medio ambiente y/o la salud. Hemos denominado a nuestra analogía efecto PCH porque describimos como el desarrollo de una buena idea, la fabricación de un ingenio como el *Plastic Can Holder*, (los sujetadores plásticos de latas de aluminio) han tenido un papel perjudicial para la fauna de diversos ecosistemas debido a la facilidad con que quedan atrapadas algunas especies en ellos.

La descripción del ciclo inicia desde luego con el planteamiento de un problema, la búsqueda de una solución para dicho problema y la adquisición de los medios para implementarla, finalmente la implementación de la solución y la caracterización de los efectos previstos de dicha implementación, sin embargo el efecto no termina ahí ya que aparecen, tarde o temprano, los efectos imprevistos de dicha implementación, los cuales suelen producirse en el ámbito de la ignorancia y ocasionalmente en el de la incertidumbre y re-plantean el problema orinal en otro ámbito y contexto, tal vez por eso muchos piensan que los desarrollos tecnocientíficos tapan un hoyo abriendo otro, incluso más grande. Sin embargo como veremos el problema radica en la persistencia y no exactamente en desarrollo mismo de las actividades tecnocientíficas. Esto significa que una vez identificado el problema no se hace nada por resolverlo, pero no porque no se pueda, sino por cuestiones monetarias o políticas lo cual nos traslada a otro plano, el de los valores y la participación pública en la toma de decisiones y el desarrollo de políticas de sustentabilidad. Antes de abordar esto describamos y ejemplifiquemos el desarrollo del ciclo del efecto PCH (figura 1):

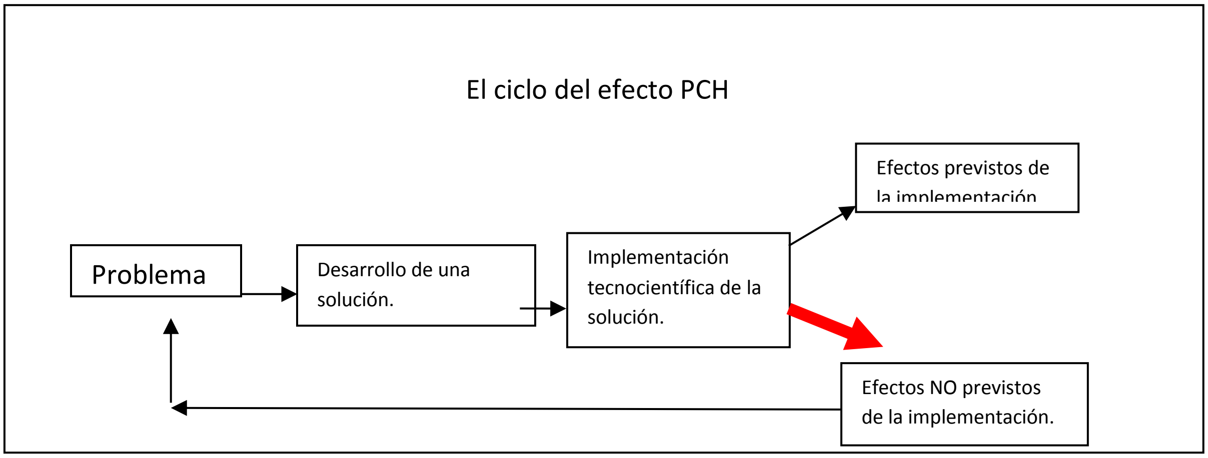
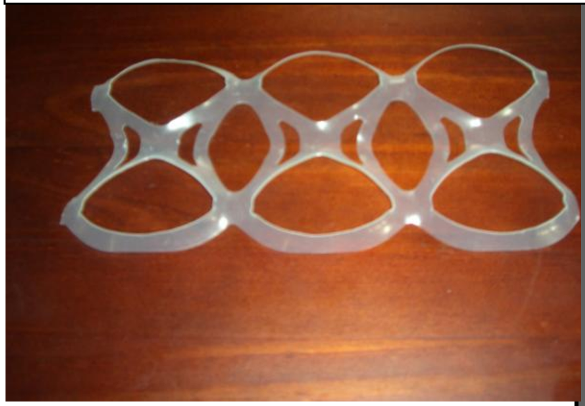


Figura 1

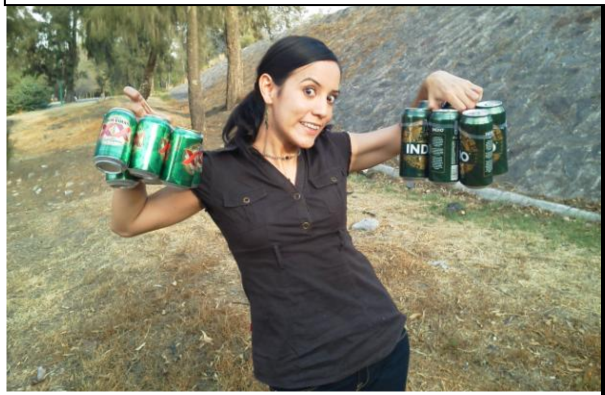
Como podemos ver hemos señalado a los efectos no previstos con una flecha más gruesa para denotar su importancia. Ahora bien antes de pasar a los problemas que esta situación plantea a nivel epistemológico y de decisión, veamos un ejemplo situado del ciclo del efecto que deseamos exponer.

Una idea genial, sencilla y práctica…



Queda perfecto….. soy brillante….

Problema resuelto…. Ahora si…



Efectos previstos….. basura….

Efectos NO previstos…. El daño a la fauna silvestre, especialmente a las especies pequeñas que quedan atrapadas en los arillos de plástico….

[i] Hansson, Sven Ove, "Risk", *The Stanford Encyclopedia of Philosophy* (Winter 2012 Edition), Edward N. Zalta (ed.), URL = <http://plato.stanford.edu/archives/win2012/entries/risk/>.